©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Das w. M., Herr Prof. Dr. Franz Unger, übergibt nachfolgende zwei Abhandlungen: I. „Ueber die im Salzberge zu Hallstatt im Salzkammergute vorkommenden Pflanzentrümmer."

Es war schon im Jahre 1840, als ich[1]) bei einem Besuche des Hallstätter Salzbergbaues durch Hrn. Bergmeister Ramsauer auf die im dortigen Salzstocke aufgefundenen Trümmer von Baumstämmen aufmerksam gemacht wurde. Die mir vorgewiesenen Stücke waren mehrere Fuss lang und zeigten an einem Ende, in den theils aufrechtstehenden theils gebogenen grösseren und kleineren Splittern, die unverkennbaren Spuren eines Querbruches. Das eine Stammstück, von 3½ Zoll im Durchmesser, war noch theilweise mit Rinde bedeckt, und liess sich als Buche erkennen; das andere Stammstück, von der Rinde entblösst, mass mehr als einen halben Fuss im Durchmesser und rührte von einem Nadelholz her. Die genauere anatomische Untersuchung wies auf die Fichte (*Pinus abies Lin.*) hin.

Das Holz beider dieser Stämme war von Aussen mit blaugrauem Salzthone, so wie mit kleinen Salzkrystallen überzogen; im Innern zeigte sich besonders das Nadelholz von deutlich sichtbaren Salzpartikelchen durchdrungen, die ihm auf reinen Querschnitten sogar ein getüpfeltes oder gesprenkeltes Ansehen gaben. Bei beiden Hölzern war überdies die Farbe blasser als im natürlichen Zustande.

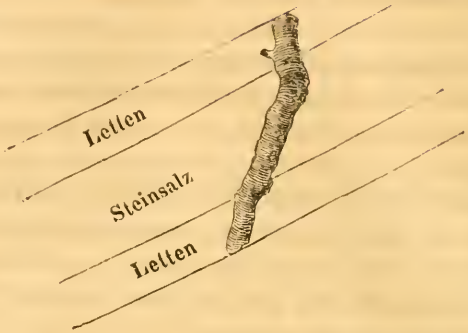
Herr Ramsauer war so gefällig, mir von beiden Stämmen Proben für weitere Untersuchungen mitzutheilen, da es mir schien, dass eine anatomische und chemische Untersuchung mancherlei Aufschlüsse nicht bloss über die Katastrophe, wodurch dieselben in das Salz geriethen, geben würde, sondern vorzüglich über die Veränderungen, welche das Holz unter diesen Umständen erfuhr.

Ich erhielt von dem Geber damals nur die Notiz, dass der Fundort dieser Stämme im Niveau des Katharina-Theresia-Stollens, in einer senkrechten Tiefe von 100 Klftr. von der Oberfläche des Berges, und 50—200 Klftr. ebensöhlig im Salzstocke eingeschlossen waren, dass sie keine Aeste enthielten, obgleich sie keine Spur einer Axt verriethen. Eine kleine Zeichnung, die ich zur Versinnlichung der Lagerungsverhältnisse entwarf, und die ich im beifolgenden Holz-

[1]) Der Vortragende war Dr. Unger.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

schnitte wieder gebe, wurde von Herrn Ramsauer als eine richtige Darstellung erklärt.



Ich erfuhr damals zugleich, dass an dieser merkwürdigen Stelle, welche diese Holztrümmer zeigte, auch noch Haare und Hörner, angebrannte Holzspäne, Knochensplitter nebst anderen Gegenständen vorgekommen seien. Auch von diesen theilte mir Herr Bergmeister Ramsauer bereitwillig einige Stücke mit.

Vier bis fünf Jahre später erhielt ich durch Hrn. Fr. Simony neuerdings mehrere Pflanzenreste, welche im Salzberg zu Hallstatt ausgegraben wurden. Einer darunter bestand aus dem scheibenförmigen Durchschnitte eines Stammes der Buche von noch einmal so starkem Durchmesser als das frühere Stammstück dieser Baumart; ausserdem aber noch aus mehreren krautartigen Pflanzen, wie z. B. *Hepatica triloba*, *Fragaria vesca*, *Cacalia alpina*, *Mnium* u. s. w., deren Blätter meist noch grün waren, und daher ein nur wenig verändertes Chlorophyl enthalten konnten. Nach Angabe des Hrn. Simony fand sich dieser Buchenstamm mit allen seinen Wurzeln versehen in einem Trümmergebirge (hier Haidengebirge genannt), 40 Klftr. tief unter der Oberfläche des Bodens, und die krautartigen Pflanzen, gewöhnliche Pflanzen der subalpinen Buchenwälder, waren höchst wahrscheinlich um seinen Stamm gewachsen. Hr. Simony fügte diesen Gegenständen noch die Bemerkung bei, dass diese Einschlüsse ein aus den Bergbauten nachweisliches Alter von wenigstens 500 Jahren besässen, da ihre Fundstätte senkrecht unter den bekanntlich ältesten Stollen (vom Jahre 1308) des Salzberges sich befand.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Im Herbste 1850 besuchte ich Herrn Ramsauer wieder auf seiner hohen Warte, dem sogenannten Rudolfsthurme, und sah in den daselbst aufgestellten Sammlungen von Naturalien und Antiquitäten unter andern interessanten Gegenständen auch diese Vorkommnisse des Salzberges wieder, die sich in der Zwischenzeit um ein Namhaftes vermehrt hatten. Insbesonders fielen mir nebst den oberwähnten Vegetabilien auch noch Hörner und Haare von Rindern, Geweihstücke von Hirschen, Knochen, ferner Artefacte, wie z. B. aus Schafwolle gewebte Kleidungsstücke, lederne Schurzfelle, gegerbte Lammsfelle, Töpfe von Thon, ja selbst Werkzeuge (Keile) von Stein auf. Zu den Pflanzenresten kamen noch Moose, Grasblätter u. a. m. Da diese Gegenstände ausser dem naturhistorischen auch ein antiquarisches Interesse darboten, so waren sie um so wichtiger geworden, und es ist daher sehr begreiflich, dass die hohe Staatsverwaltung ihre Erwerbung für das kais. Antiken-Cabinet veranlasste, was in der That auch schon ausgeführt ist.

Alles dieses macht nun eine genaue Untersuchung um so wünschenswerther, deren sich mit alleiniger Beschränkung der Pflanzenreste sowohl Herr Professor Hruschauer als ich mich von chemischer und anatomischer Seite unterzog. Dabei schien mir aber vor allen die Untersuchung des ausgegrabenen Holzes besonders lehrreich, wesshalb mit dieser der Anfang gemacht wurde.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes der erhaltenen Holzproben, um daraus vorläufig die Menge der aufgenommenen Salze u. s. w. zu entnehmen, war das erste. Um zu diesem Zwecke zu gelangen, wurden Stücke derselben durch mehrere Wochen im Wasserbade getrocknet, und von beiden ersteren zwei Kubik-Centimeter grosse, und von dem letzteren, welches nur in einer dünnen Scheibe vorhanden war, ein Kubik-Centimeter grosser, genau gemessener Würfel angefertiget. Diese Würfel unter Berücksichtigung der Temperatur-Verhältnisse gewogen und mit dem gleichen Volumen Wasser verglichen, gaben für

das Fichtenholz	ein spec. Gewicht	von	0,4928
„ Buchenholz	Nr. 1 „	„	0,8834
„ „	Nr. 2 „	„	0,7340
„ „	von Nr. 1 u. 2 im	Mittel	0,8087.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Vergleicht man diese Gewichte der imprägnirten Hölzer mit den gleichnamigen recenten Hölzern nach Winkler's Bestimmungen [1]), der dabei auf dieselbe Weise verfuhr, so haben wir

für das Fichtenholz ein spec. Gewicht von 0,4340
„ „ Buchenholz „ „ „ „ 0,5422.

Es haben also beide Holzarten, wie zu erwarten war, durch die Einschliessung im Salzgebirge an Gewicht zugenommen, jedoch nicht im gleichen Verhältnisse [2]), wie auch die beiden derselben Holzart (Buche) angehörigen Proben nicht in demselben Masse schwerer geworden sind.

Wichtiger ist die chemische Analyse, da sie uns sowohl von der Menge als von der Beschaffenheit der Salze eine Vorstellung gibt, welche dem Holze durch den längeren Aufenthalt im Salzgebirge mitgetheilt worden sind.

Alle Hölzer waren wegen ihrer bedeutenden Dichte sehr schwer einzuäschern. Um sich des Chlornatriumgehaltes, um den es sich hier vorzüglich handelte, zu versichern, war eine besondere Vorsicht nothwendig. Es wurde das in kleine Späne zertheilte Holz in einem mit durchbohrtem Deckel versehenen hessischen Schmelztiegel gebracht, und derselbe zur schwachen Rothglühhitze erhitzt. Die so erhaltene Kohle wurde fein gepulvert mit Wasser so lang ausgewaschen, bis salpetersaures Silberoxyd kein Vorkandensein von Chlor mehr andeutete; indess lieferte die so behandelte Kohle, in einer Platinschale geglüht, dennoch eine chlorhältige Asche. Bei der Einäscherung wurden die von Strecker angegebenen Winke [3]), welcher die bei schwacher Hitze in einer Platinschale zu verkohlenden organischen Körper mit Barytwasser zu befeuchten anräth, um dadurch dem Verluste von Chlornatrium vorzubeugen, genau befolgt.

Die einzelnen Hölzer gaben folgende Aschenbestandtheile, u. z.:

I. Das Fichtenholz.

2,877 Gramm. Holz gaben 0,807 Gramm. Asche (d. i. 28,050 pCt.) welche 83,442 pCt. Chlornatrium enthielt, was für das Holz 23,405

---

[1]) Chemische Technologie von Knapp. Bd. I, pag. 9.

[2]) Das Buchenholz um 0,1930 mehr.

[3]) Liebig's Annalen der Chemie. Bd. LXIII, pag. 369.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

pCt. gibt. Da weiters 1,364 Asche — 0,166 kohlensauren Kalk gaben, so waren in der Asche noch überdies 6,815 pCt. Kalk enthalten.

Von dieser Quantität Kalk waren an Schwefelsäure, die in der Asche 1,521 pCt. betrug, 1,064 pCt. gebunden.

Addirt man nun zur obigen Menge von Chlornatrium den schwefelsauren Kalk, so erhält man 86,026 pCt. dieser Salze und die übrigen Aschenbestandtheile reduciren sich auf 13,973 pCt.

II. Buchenholz Nr. 1.

2,655 Gramm. Holz gaben 0,492 Gramm. Asche (das ist 18,569 pCt.)[1]), welche 85,969 pCt. Chlornatrium enthält, was für das Holz 15,963 pCt. beträgt. Da ferner 1,625 Asche 0,162 kohlensauren Kalk gaben, so waren in der Asche noch 5,583 pCt. Kalk enthalten. Von dieser Menge Kalk sind an Schwefelsäure, die 1,905 pCt. betrug, 1.334 pCt. gebunden, daher die Menge schwefelsauren Kalkes 3,239 pCt.[2]) ausmacht.

Chlornatrium und schwefelsaurer Kalk betragen also zusammen 89,203 pCt. der Asche, daher die übrigen Bestandtheile nur 10,792 pCt.

III. Buchenholz Nr. 2.

5,025 Gramm. Holz geben 0,815 Asche (d. i. 16,219 pCt.), welche 80,765 pCt. Chlornatrium enthielt, was für das Holz 13,099 pCt. gibt.

Da weiters 0,809 Asche 0,043 kohlensauren Kalk geben, so sind in derselben noch 2,976 pCt. Kalk, also in 100 Gewichtstheilen Holzes 0,277 Theile Kalk enthalten. Davon sind, da 1,811 pCt. Schwefelsäure vorhanden war, 1,268 an dieselbe gebunden und gaben also 3,079 pCt. schwefelsauren Kalk.

Chlornatrium und schwefelsaurer Kalk betragen also zusammen 83,844 pCt. der Asche dieses Holzes.

---

[1]) Buchenholz auf Kalkboden gewachsen, geben nach Hruschauer 2,17 pCt. Asche, welche kein Chlornatrium aber 40,19 pCt. Kalk und nicht mehr als 0,33 schwefelsauren Kalk enthalten.

[2]) Für 100 Gewichtstheile Holz sind also 0,601 Theile schwefelsaurer Kalk vorhanden, während im recenten Buchenholze auf Kalk gewachsen nur 0.007 Theile enthalten.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass die bedeutendere specifische Schwere der ausgegrabenen Hölzer des Salzberges, wie zu vermuthen stand, grösstentheils ja wahrscheinlich ganz und gar dem aufgenommenen Chlornatrium und Gyps beizumessen ist.

Auf welche Weise nun diese beiden Salze in das Holz gelangten, darüber kann kein Zweifel herrschen, nur rücksichtlich der Durchdringung der mit dem Auge erkennbaren Salzpartikelchen könnte die Frage entstehen, wie sich dieselbe zu den Elementarorganen verhalte, was die folgende anatomische Untersuchung leicht ins Reine zu bringen im Stande war.

Schon mit dem freien Auge, noch deutlicher aber mit Hülfe der Loupe erkennt man auf Quer- und Längenschnitten des Holzes der Fichte, dass die Salztheile, welche das Gewebe der Gefässe und Zellen durchsetzen, von verschiedener Form und Grösse sind. Während einzelne Salzklümpchen bei einer Länge von 1 Linie und einer Breite von ¼ Linie auf einer Höhenstreckung von 3—4 Linien das Holz durchdringen, sind andere Partikelchen wieder so klein, dass man sie kaum als schwache Pünktchen zu unterscheiden vermag. Sowohl der aus weiten Gefässen bestehende Theil der Jahresringe des Holzes, als der aus engen dickwandigen Gefässen bestehende ist auf gleiche Weise von sichtbaren Salztheilen durchdrungen, nur bemerkt man bei aufmerksamer Betrachtung, dass die grösseren derselben mit ihrem Längendurchmesser stets parallel mit den Markstrahlen verlaufen, ohne dass sie wegen ihrer geringen radicären Ausdehnung mit diesen verglichen werden können. Wenn sie auch wie jene kurze, bandförmige Stücke darstellen, so verlaufen sie doch nicht in horizontaler Lage wie die Markstrahlen, sondern durchsetzen das Holz vielmehr vertical.

Bei der verschiedenen Grösse und Ausdehnung, welche diese Salzmassen zwischen den Gefässen und Zellen des Holzes einnehmen, liess sich von vorne herein vermuthen, dass endlich diese selbst wohl auch von festen Salztheilchen durchdrungen und erfüllt sein würden.

Diess wurde auch durch das Mikroskop vollkommen bestätiget, und es zeigte sich, dass so wie die grösseren Salzpartien zerstreut im Holze erschienen, so auch nur einzelne Partien von Gefässen von Salz erfüllt waren, während dasselbe in den umliegenden Ge-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

fässen mangelte. Bediente man sich zu dieser Untersuchung eines ziemlich wasserfreien Alkohols, der bei der Berührung das Gewebe allenthalben durchdrang, so konnte man sehr deutlich alle jene Gefässe, welche von Salzmasse erfüllt waren, von jenen, denen sie fehlte unterscheiden. Man sah auf diese Weise sehr deutlich, dass das Lumen der salzhältigen Gefässe mit diesen ganz und gar erfüllt war, und gut geführte Querschnitte zeigten überdies, dass die Ausdehnung, welche einige Gefässe eben dadurch erlitten, Veranlassung zu Bestimmungen gaben, in Folge deren immer grössere Ablagerungen von Salz Statt fanden, die dann jene, früher erwähnten dem freien Auge erkennbaren Salzpartikelchen hervorbrachten.

Es ist also die Entstehungsweise dieser sehr klar, und auf keine andere Weise als durch Berstung der überfüllten Gefässe erfolgt. Dass durch allmäliges Anwachsen dieser Salzpartien die umgrenzenden Gefässe zurückgedrängt und zusammengedrückt werden mussten, ist wohl ganz begreiflich und auch sehr leicht durch das Mikroskop zu verfolgen.

Ganz dieselbe Erfüllung wie im Fichtenholze sehen wir auch im Holze der Buche, obgleich die Salzpartikelchen, welche dasselbe durchsetzen, bei weitem nicht so gross sind, und daher dem freien Auge nicht wahrnehmbar sein können.

Bei hinlänglicher Vergrösserung lässt sich indess mit Bestimmtheit erkennen, dass auch hier, und zwar portionsweise sowohl die Gefässe als die Holzzellen von Salzmasse angefüllt sind, und dass diese Salzmassen den Raum derselben ganz und gar ausfüllen.

Gibt man dünne Querschnitte des Holzes mit wasserfreiem Alkohol benetzt unter ein Deckgläschen oder Glimmerblättchen und lässt seitwärts Wasser hinzutreten, so kann man sehen, wie die feste Salzmasse sowohl in den Gefässen als in den Holzzellen nach und nach verschwindet, indem sie aufgelöset wird. Auch bei der Buche wie in der Fichte zeigten sich die Parenchymzellen der Markstrahlen in der Regel ohne Salz.

Durch diese Untersuchung der im Salzthon des Hallstädter Berghaues aufgefundenen Hölzer geht somit auf das unwiderleglichste hervor, dass dieselben nach ihrer Einschliessung in denselben von aufgelöstem Kochsalz und einem kleinen Antheil von Gyps nach und nach theilweise durchdrungen wurden. Das Holz

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

der entrindeten Fichte so wie die angebrannten Späne, Haare, Kleidungsstücke und Kunstgegenstände weisen auf Grubenholz und zufällig in einem Stollen vorhandene Dinge menschlichen Kunstfleisses hin. Der Buchenstamm dagegen so wie die krautartigen Pflanzen, die sich in der Nähe seiner Wurzeln vorfanden, lassen auf einen Einsturz des Stollens vom Tag aus schliessen. Dass in der daraus entstandenen grubenartigen Vertiefung des Waldbodens (Binge) sich Tagwasser ansammeln, die lockern Schichten des Salzthones durchdringen und dabei seine löslichen Theile aufnehmen mussten, ist eben so nothwendig, als es begreiflich ist, wie endlich dadurch alle eingeschlossenen Pflanzentheile davon imprägnirt werden mussten. Auf welche Weise dies geschah, hat die anatomische Untersuchung, in welchem Masse die physikalisch-chemische Untersuchung dargethan.

Für die Geologie hat dieses Resultat aber noch eine andere höchst wichtige Seite.

Aus meinen Untersuchungen der im Salzstocke zu Wielizka [1]) eingeschlossenen vegetabilischen Reste hat sich als höchst wahrscheinlich herausgestellt, dass dieselben, obgleich in Steinsalz eingebettet, dennoch bei der Einschliessung in dasselbe keineswegs von einer Salzlösung imprägnirt worden sein konnten, und dass also ihre Einschliessung entweder durch Salzdämpfe oder was anderseits wahrscheinlicher wurde, durch eine concentrirte Kochsalzlösung Statt fand. Die Voraussetzung, dass eine schwache Salzlösung das Salz nach längerer Zeit sicherlich bis in die von Luft erfüllten Räume der Elementartheile führen und dort ablagern, somit das Holz ganz und gar durchdringen müsse, schien mir zwar plausibel allein von keiner Erfahrung unterstützt. Diese ist nun in dem fossilen Holze des Hallstädter Salzberges auf das unzweifelhafteste dargethan. Es zeigt sich überdies noch aus der unbedeutenden Veränderung des Holzes rücksichtlich der Farbe, dass ein Kohlenbildungsprocess so wie im oberwähnten Falle noch keineswegs begonnen habe, ja vielleicht noch nicht einmal eingeleitet worden sei, was weiter wieder die Lehre von der Braunkohlenbildung unterstützt, nach welcher ein Zeitraum von 500 Jahren für dieselbe fast als Null erscheint.

---

[1]) Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissenschaften m. n. Cl. Bd. I. pag. 311.